

Echinococcus multilocularis chez le renard et les carnivores domestiques : vers une nouvelle donne épidémiologique ?

Franck Boué (franck.boue@anses.fr) (1), Benoît Combes (2), Patrick Giraudoux (3), Gérald Umhang (1)

(1) Agence nationale de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, Laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy, France

(2) Entente rage et zoonoses (ERZ), Malzéville, France

(3) UMR 6249 Chrono-environnement, Université de Franche-Comté - CNRS, Besançon, France

Résumé

Echinococcus multilocularis est un cestode responsable d'une zoonose parasitaire rare, l'échinococcose alvéolaire. Le cycle parasitaire dépend de la relation de prédation de l'hôte définitif (principalement le renard) sur l'hôte intermédiaire (le rongeur) et de la survie dans le milieu extérieur de la phase libre du parasite, sous la forme d'oncosphères.

En Europe, on observe une augmentation des populations vulpines concomitante avec l'extension de l'aire de répartition du parasite. En parallèle, les prévalences vulpines ont augmenté dans les régions historiquement contaminées. En France, l'extension de la zone d'endémie connue vers l'Ouest a été démontrée, avec des cas positifs dans les départements de la Manche et du Calvados.

La présence du renard en zone urbaine y rend possible l'établissement du cycle d'*Echinococcus multilocularis*. Cependant, les prévalences urbaines observées sont très faibles comparées au milieu rural.

Les animaux domestiques (chiens, chats) peuvent également participer au cycle en tant qu'hôtes définitifs et s'avérer, de par leur proximité avec l'Homme, une source potentielle d'infection. Leur vermifugation régulière avec du praziquantel est à recommander en zone d'endémie.

L'extension de la zone d'endémie connue d'*Echinococcus multilocularis* tant en Europe qu'en France, ainsi que l'augmentation des prévalences vulpines dans les foyers historiques, laisse craindre une augmentation future du nombre de cas humains.

Mots clés

Echinococcose alvéolaire, France, cartographie, extension, risque

Abstract

Alveolar echinococcosis in foxes and domestic animals: towards new epidemiologic trends?

Echinococcus multilocularis (*Em*) is a cestode responsible for a rare zoonosis, alveolar echinococcosis. The lifecycle of the parasite is based on the predator/prey relationship between definitive hosts (mainly foxes) and intermediate hosts (rodents in Europe), and on the survival of the free stage of the parasite (the oncosphere) in the environment.

A geographical extension of the distribution range of the parasite has been reported in Europe, simultaneously with the increase of fox populations. Moreover, *Em* prevalence in foxes has also increased in historically endemic areas. In France, studies show an extension of the parasite range to the west of the country with positive cases in the Manche and Calvados districts.

The recent presence of foxes in urban areas makes the setting up of *Em* in town possible. Nevertheless, *Em* prevalences observed in cities are very low compared to rural areas.

Domestic animals (dogs, cats) can also contribute to the lifecycle as definitive hosts and be a potential source of infection due to their close proximity to humans. Regular deworming with praziquantel must be recommended in endemic areas.

The extension of the endemic areas of *Echinococcus multilocularis* in Europe and in France and the increase of fox prevalence in the historical endemic areas makes an increase of human cases possible.

Keywords

Alveolar echinococcosis, France, cartography, extension, risk

Introduction

Echinococcus multilocularis est un cestode responsable d'une zoonose parasitaire rare, l'échinococcose alvéolaire. Les premiers cas humains étaient référencés dès 1850 [1]. Sa répartition se limite aux aires froides de l'hémisphère Nord et s'étend, pour le vieux continent, de l'Oural à la France.

En Europe, le cycle parasitaire est principalement sauvage (figure 1). La forme adulte (figure 2A) est hébergée par l'hôte définitif, le plus souvent le renard. Au niveau de l'intestin, le parasite se développe entre les villosités intestinales et produit à maturité, des œufs ou oncosphères qui seront libérés dans le milieu extérieur avec les fèces (figure 2B). Les hôtes intermédiaires sont des micromammifères (principalement des rongeurs du genre *Arvicola* et *Microtus*) qui s'infestent en consommant des végétaux souillés. Les oncosphères libérées dans la lumière intestinale migrent alors vers le foie où la forme larvaire se développe. Le cycle est bouclé par l'action de prédation de l'hôte définitif sur l'hôte intermédiaire.

Les animaux domestiques comme les chiens et les chats peuvent jouer le rôle d'hôtes définitifs. Le chat semble être cependant un très mauvais porteur [2]. Chez l'Homme, la contamination se fait par consommation d'aliments souillés ou par contacts directs répétés avec des animaux infestés; il joue alors un rôle d'hôte intermédiaire accidentel.

Situation épidémiologique en Europe et en France

De nombreux éléments indiquent que la situation épidémiologique d'*Echinococcus multilocularis* évolue en Europe. Ce changement a été observé en Allemagne dès le milieu des années 1990, avec la mise en évidence de l'augmentation de la prévalence du portage chez le renard et l'extension vers le nord de l'aire de distribution du

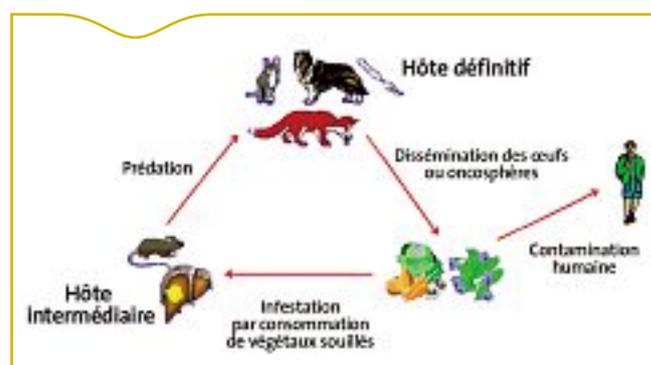


Figure 1. Représentation schématique du cycle d'*Echinococcus multilocularis*

Figure 1. Schematic representation of *Echinococcus multilocularis* life-cycle

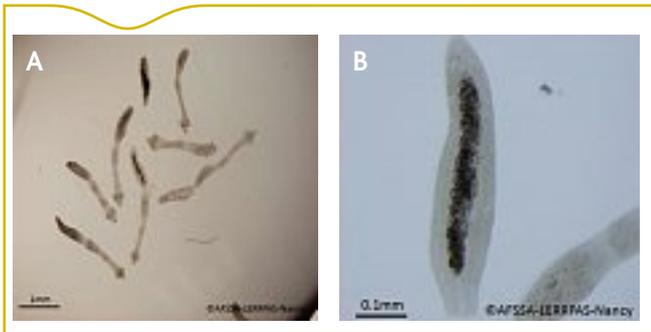


Figure 2. *Echinococcus multilocularis*: parasite adulte (A), segment ovigère (B).

Figure 2. *Echinococcus multilocularis*: adult parasite (A), gravid segment (B).

parasite [3]. Actuellement, la présence du parasite a également été démontrée aux Pays-Bas, en Belgique et au nord de l'Italie [4]. De manière générale, cette extension d'aire de distribution du cestode et l'augmentation de sa prévalence chez l'hôte définitif est concomitante avec l'augmentation générale des populations de renards roux.

En France, jusqu'à la fin des années 1990, l'aire de répartition connue du parasite était limitée à une quinzaine de départements du nord-est et à l'Auvergne. Elle semble s'étendre à présent sur le territoire vers l'ouest et le sud [5]. Depuis les années 2000, deux enquêtes ont été menées en partenariat entre l'Afssa Nancy (devenue Anses - Agence nationale de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), l'Entente rage-zoonose (ERZ), et l'université de Franche-Comté (UFC) pour déterminer la zone de répartition du parasite.

La première, en 2000, basée sur une analyse de fèces par la technique ELISA, a permis d'établir une forte suspicion de présence sur de nombreux départements de l'ouest de la France où le parasite n'avait jusqu'alors pas encore été identifié [6]. En 2005, une seconde investigation a été conduite, cette fois avec recherche du ver adulte dans les intestins de renards (seule méthode reconnue par l'Organisation mondiale de la santé animale, OIE). Les fédérations départementales de chasseurs ont pris en charge l'organisation des prélèvements et l'acheminement des renards, et les Laboratoires vétérinaires départementaux (LVD) ont réalisé les autopsies. Cette étude a permis, dans chaque département adhérent à l'ERZ, de prélever une centaine de renards répartis de façon homogène. Les renards ont été prélevés par tir de nuit au phare ou par piégeage. Après transfert des cadavres vers les LVD pour autopsie, les intestins ont été prélevés et congelés à -80 °C pendant 4 jours pour décontamination. La recherche du parasite et l'évaluation de la charge parasitaire ont été effectuées selon la technique d'analyse

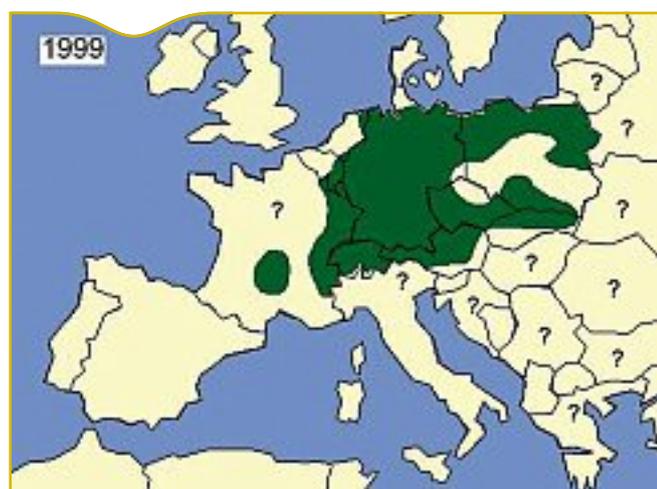


Figure 3. Distribution géographique d'*E. multilocularis* en Europe, basée sur des prévalences vulpines et humaines

Figure 3. Geographic distribution of *E. multilocularis* in Europe, based on humans and foxes prevalences.

Source : Romig et al., 1999 [20]

Segmental sedimentation and counting technique (sSCT), équivalente à la technique standard de sédimentation totale [7].

Ainsi, 3 329 analyses ont été réalisées puis confirmées par l'Anses Nancy et ont permis d'identifier 576 renards positifs. Elles confirment l'extension vers l'ouest de la zone d'endémie connue (figures 3 et 4). Par ailleurs, les prévalences mesurées chez les renards dans les zones d'endémie historique, comme le Doubs, les Ardennes et la Meurthe-et-Moselle, passent respectivement de 30 à 55 %, de 6 à 44 % et de 20 à 53 % [8-10]. On enregistre donc une augmentation de la prévalence apparente, en parallèle avec un élargissement de l'aire de répartition connue du parasite vers l'ouest. La prévalence de l'échinocoque chez le renard semble maintenant pouvoir atteindre des valeurs élevées aussi en dehors des zones dont les caractéristiques environnementales (étendue de la prairie permanente, pullulations de campagnols prairiaux) étaient traditionnellement identifiées comme favorables à l'intensification du cycle [11]. De plus, les charges parasitaires sont très variables d'un animal à l'autre. Ainsi, il a été établi que 80 % de la biomasse parasitaire est hébergée par seulement 20 % des renards, ce qui montre qu'un environnement peut être contaminé par une minorité de renards (sans que l'on sache à quoi sont dues ces différences de charge parasitaire entre les individus) [12].

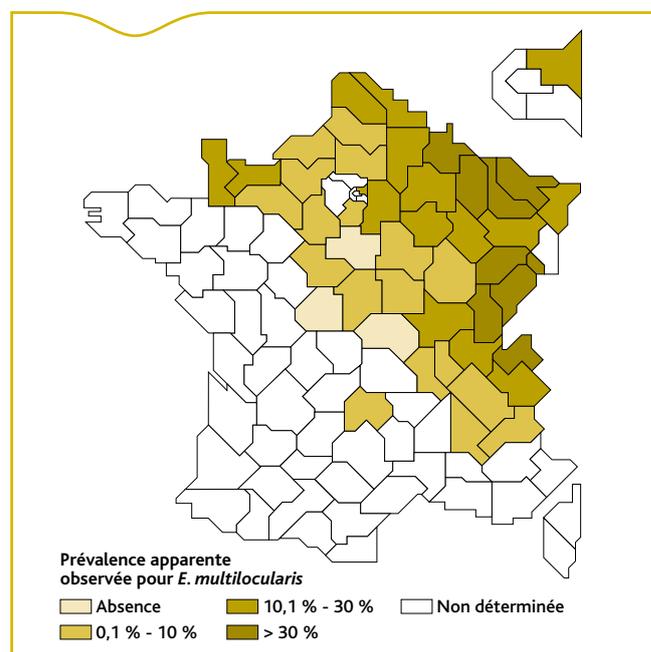


Figure 4. Prévalence départementale d'*Echinococcus multilocularis* chez le renard en France, évaluée par deux programmes de recherche (de 2000 et de 2005).

Figure 4. French departmental prevalence of *Echinococcus multilocularis* in fox evaluated by two research programs (2000 and 2005).

Source : ERZ, UFC, ANSES Nancy

Vers une contamination plus urbaine ?

Depuis quelques années on observe une présence accrue de renards dans les territoires urbanisés : dans des villes comme Zurich, Genève, Copenhague, Stuttgart [13] et Nancy [14], le parasite est clairement identifié et tous les paramètres pour l'implantation du cycle sont présents. En particulier, la présence dans les parcs de rongeurs comme *Arvicola terrestris* rend possible l'établissement du cycle parasitaire. À Nancy, on observe un gradient d'infestation des renards qui décroît de la périphérie vers le centre-ville et les prévalences observées restent faibles avec 4-5 % des renards positifs sur l'agglomération pour une prévalence observée en périphérie rurale de 54 % [14]. Il est actuellement difficile de déterminer formellement si l'accroissement des populations de renards urbains infestés a déjà un impact sur le nombre de cas humains d'échinococcose alvéolaire, car la période d'incubation est longue (5 à 10 ans et plus), le phénomène d'urbanisation des renards

assez récent et l'incidence de la maladie très faible (de l'ordre de 1 pour 100000 dans les régions d'endémie). Cependant, Schweiger et coll. [15] constatent en Suisse plus qu'un doublement de l'incidence de l'échinococcose alvéolaire chez l'Homme de la période 1992-2000 à la période 2001-2005, en concomitance avec une multiplication par 4 des tableaux de chasse de renards.

La présence de renards porteurs du parasite dans les zones urbaines accroît le risque d'un cycle local susceptible de contaminer les animaux domestiques. Il deviendrait théoriquement possible pour les chiens et les chats de s'infecter dans les parcs urbains et les zones vertes en consommant des petits rongeurs infectés. La cohabitation sur un espace restreint des hôtes sauvages et domestiques et du parasite représente donc un risque potentiel nouveau pour les citoyens [13].

Une étude menée avec l'aide de vétérinaires praticiens du département de la Meuse auprès de leur clientèle n'a pas permis de mettre en évidence de chiens positifs pour l'échinocoque alvéolaire à ce jour, mais a confirmé que certains d'entre eux étaient prédateurs de rongeurs et qu'ils partageaient avec le renard des parasites comme *Taenia crassiceps* qui présente un cycle identique à celui de l'échinocoque [16]. Le maintien du cycle sur un territoire par les seuls animaux domestiques est peu probable, mais la promiscuité avec leurs maîtres augmente les possibilités de contamination humaine par les chiens et peut-être les chats (ces derniers sont connus pour être des hôtes moins favorables: charges parasitaires plus faibles; pouvoir infectant encore questionné) [17].

Le praziquantel (administré par voie orale) est un traitement antiparasitaire efficace à 100 % sur les carnivores domestiques [18]. Pour exclure avec certitude tout risque d'émission d'oncosphères, un animal consommant fréquemment des petits mammifères devrait en principe être vermifugé tous les mois et demi, temps correspondant à la période de prépatence après une infection. Cependant, le praziquantel n'est pas ovicide; son utilisation pour les animaux domestiques devrait donc être complétée par l'élimination des premières fèces émises après traitement. Dans tous les territoires où le parasite a été découvert, une information régulière auprès des propriétaires doit être réalisée et la vermifugation régulière des animaux domestiques doit être préconisée et encouragée. Enfin, des consignes simples d'hygiène doivent être respectées aussi bien dans les zones rurales que désormais dans les cités: ne pas toucher les renards même morts sans porter de gants, rincer abondamment ou cuire les végétaux cueillis au sol dans les zones exposées aux carnivores contaminés, et se laver les mains après contact avec les animaux domestiques [19].

Conclusion

Même s'il manque des données rétrospectives dans certains départements, il ne fait guère de doute qu'*Echinococcus multilocularis* a étendu son aire de répartition en France au cours des 10 dernières années, parallèlement à une augmentation sensible de la prévalence vulpine dans les zones d'endémies déjà connues. L'urbanisation progressive des populations de renards soulève le problème du risque d'importation de la maladie en ville, avec un impact sur la santé humaine difficilement quantifiable à l'heure actuelle. Cette nouvelle donnée épidémiologique justifie pleinement une plus grande vigilance de la part du corps médical. Il serait souhaitable de renforcer également l'expertise vétérinaire pour la détection et le contrôle du parasite chez les carnivores sauvages et domestiques, les réseaux dédiés au suivi de cette maladie, notamment FranceEchino pour les cas humains (détection et prise en charge précoce des patients), ainsi que les actions coordonnées (par exemple ERZ – Anses – UFC) pour ce qui concerne le renard et les animaux domestiques.

Remerciements

Les auteurs remercient toutes les personnes qui ont contribué à produire les données présentées dans cet article, notamment les Laboratoires vétérinaires départementaux, les fédérations de chasseurs et vétérinaires

praticiens de la Meuse. Ces études ont été réalisées avec le soutien financier de la DGAL et des Conseils généraux adhérents à l'ERZ.

Références bibliographiques

- [1] Virchow R. Die multiloculäre ulcerirende Echinokokkengeschwulst der Leber. Verhandl. phys.-med. 1855, Ges.:84-95.
- [2] Kapel CM, Torgerson PR, Thompson RC, Deplazes P. Reproductive potential of *Echinococcus multilocularis* in experimentally infected foxes, dogs, raccoon dogs and cats. Int J Parasitol. 2006;36(1):79-86.
- [3] Lucius R, Bilger B. *Echinococcus multilocularis* in Germany: increased awareness or spreading of a parasite? Parasitol Today. 1995;11(11):430-4.
- [4] Romig T, Dinkel A, Mackenstedt U. The present situation of echinococcosis in Europe. Parasitol Int. 2006;55 Suppl:S187-91.
- [5] Giraudoux P, Raoul F, Boué F, Combes B, Piarroux R, Bresson-Hadni S. et al. Géographie de l'échinococcose alvéolaire. Bull Acad Natle Med. 2008;192:1119-25.
- [6] Boué F, Schereffer JL, Boucher JM, Umhang G, Raoul F, Giraudoux P, et al. Range extension and contamination gradients of *Echinococcus multilocularis* in France. 3rd Annual Meeting Epizone "Crossing borders", Antalya, Turkey, 12-15 May 2009.
- [7] Umhang G, Woronoff-Rhen N, Combes B, Boué F. Segmental Sedimentation and Counting Technique (SSCT): an adaptable method for qualitative diagnosis of *Echinococcus multilocularis* in fox intestines. Exp Parasitol. 2010. (Soumis)
- [8] Raoul F. Écologie de la transmission d'*Echinococcus multilocularis* chez le renard dans l'Est de la France: dépendance au paysage et à la relation proie-prédateur? Thèse de Doctorat d'Université, Université de Franche-Comté, 2001; 164 p.
- [9] Guislain MH, Raoul F, Giraudoux P, Terrier ME, Froment G, Ferté H, et al. Ecological and biological factors involved in the transmission of *Echinococcus multilocularis* in the French Ardennes. J Helminthol. 2008;82(2):143-51.
- [10] Aubert M, Jacquier P, Artois M, Barrat MJ, Basile AM. Le portage animal d'*Echinococcus multilocularis* en Lorraine et ses conséquences sur la contamination humaine. Bull Soc Fr Parasitol. 1986;4(1):59-64.
- [11] Guislain MH, Raoul F, Giraudoux P, Terrier ME, Froment G, Ferté H, et al. Ecological and biological factors involved in the transmission of *Echinococcus multilocularis* in the French Ardennes. J Helminthol. 2008;82(2):143-51.
- [12] Hofer S, Gloor S, Muller U, Mathis A, Hegglin D, Deplazes P. High prevalence of *Echinococcus multilocularis* in urban foxes (*Vulpes vulpes*) and voles (*Arvicola terrestris*) in the city of Zurich, Switzerland. Parasitology, 2000;120:135-42.
- [13] Deplazes P, Hegglin D, Gloor S, Romig T. Wilderness in the city: the urbanization of *Echinococcus multilocularis*. Trends Parasitol. 2004;20(2):77-84.
- [14] Robardet E, Giraudoux P, Caillot C, Cliquet F, Augot D, Barrat J. Infection of foxes by *Echinococcus multilocularis* in urban and suburban areas of Nancy, France: Influence of food habits and environment. Parasite. 2008;(15):77-85.
- [15] Schweiger A, Ammann RW, Candinas D, Clavien PA, Eckert J, Gottstein B. et al. Human alveolar echinococcosis after fox population increase, Switzerland. Emerg Infect Dis. 2007;13:878-82.
- [16] Umhang G, Raton V, Hormaz V, Schereffer JL, Boucher JM, Caillot C, et al. Domestic dogs situation for *Echinococcus multilocularis* in a highly endemic department of France. 3rd Annual Meeting Epizone "Crossing borders", Antalya, Turkey, 12-15 May 2009.
- [17] Pétavy A, Tenora F, Deblock S, Sergent V. *Echinococcus multilocularis* in domestic cats in France. A potential risk factor for alveolar hydatid disease contamination in humans. Vet Parasitol. 2000;87(2-3):151-6.
- [18] Eckert J, Gemmell M, Meslin F, Pawloski Z. Manual on Echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern. Paris: OIE – OMS, 2001; 265 p.
- [19] Chapuis Y. A propos de l'échinococcose alvéolaire. Bull Acad Natle Méd. 2009;193(3):793-4.
- [20] Romig T, Bilger B, Dinkel A, Merli M, Mackenstedt U. *Echinococcus multilocularis* in animals hosts: new data from western Europe. Helminthologia. 1999;36(3):185-91.

Encadré. L'échinococcose alvéolaire humaine en France en 2010

Box. Human alveolar echinococcosis in France, update 2010

Frédéric Grenouillet (francechino@chu-besancon.fr) (1,2), Jenny Knapp (1,2), Laurence Millon (1,2), Vincent Raton (3), Carine Richou (1), Martine Piarroux (1), Renaud Piarroux (1,4), Georges Mantion (1), Dominique-Angèle Vuitton (1), Solange Bresson-Hadni (1,2)

(1) Centre collaborateur Organisation mondiale de la santé pour la Prévention et le traitement des échinococcoses humaines, Centre hospitalier universitaire, Besançon, France

(2) UMR 6249 Chrono-environnement, Université de Franche-Comté CNRS, Besançon, France

(3) Entente rage et zoonoses (ERZ), Malzéville, France

(4) Centre hospitalier universitaire La Timone, Marseille, France

L'échinococcose alvéolaire (EA) est une cestodose larvaire, due au développement dans le foie de la larve d'*Echinococcus multilocularis*. L'Homme est un hôte intermédiaire accidentel et une impasse parasitaire pour le cycle [1;2]. Il s'infeste accidentellement en ingérant les oncosphères du parasite. Cette contamination est le plus souvent indirecte, par ingestion d'aliments crus, souillés par les déjections des hôtes définitifs infestés (végétaux et baies sauvages ou poussant dans des jardins accessibles aux renards ou aux chiens, travail agricole, jardinage, etc.) parfois directe, au contact de renards, voire de chiens et de chats parasités porteurs d'œufs sur leur pelage [1;2].

La gravité de l'EA est liée au tropisme vasculaire et biliaire des lésions et à un mode de progression comparable à celui d'un cancer du foie à marche lente. La prise en charge de l'EA repose actuellement sur le traitement systématique des patients par albendazole en continu, avec une durée minimum de deux ans après ablation chirurgicale radicale et au long cours dans tous les autres cas. La chirurgie à visée curative doit être privilégiée. En cas d'impossibilité, les procédures de radiologie ou d'endoscopie interventionnelles sont préférées aux gestes chirurgicaux palliatifs [3].

La surveillance prospective de l'EA humaine est assurée depuis 1997 par les équipes du CHU de Besançon, au sein du réseau européen EurEchinoReg, et, depuis 2003, du réseau FrancEchino. L'organisation de ce réseau, ses partenaires, les modalités de recensement des cas suspects d'EA, les données recueillies dans ce registre (épidémiologiques et cliniques), sont restées inchangées depuis la création du réseau et ont été détaillées précédemment [4].

Quatre cent dix-sept (417) cas d'EA ont été recensés entre le 1^{er} janvier 1982 et le 31 décembre 2009 par le registre FrancEchino (médiane: 15 cas/an, bornes: 8-29). L'incidence annuelle moyenne est de 0,26 cas pour 1 000 000 habitants (bornes: 0,16 à 0,56). Cinq départements (Doubs, Haute-Saône, Jura, Vosges, Haute-Savoie) présentent une incidence moyenne annuelle supérieure à 2 pour 1 000 000 habitants entre 1982 et 2009 et représentent 60 % des cas recensés sur cette période (figure 1). Le ratio homme/femme est de 1,00 et l'âge médian au diagnostic est de 60 ans [extrêmes: 12-89]. Lors du diagnostic, 73 % des patients étaient symptomatiques (majoritairement douleurs abdominales et signes de cholestase).

L'atteinte primitive était hépatique dans 97 % des cas, avec des métastases extra-hépatiques dans 8 % des cas. La prise en charge a été chirurgicale dans 56 % des cas, avec transplantation hépatique, réservée au cas d'EA très évoluées, chez 28 patients (7 %). Le recours à la chirurgie palliative et à la transplantation a été significativement diminué sur la période 1996-2007. Un traitement antiparasitaire a été administré chez 89 % des patients, essentiellement albendazole, toujours en première ligne depuis 1995.

L'étude des facteurs d'exposition (disponibles pour 153 des 201 cas diagnostiqués depuis 1997) a montré une activité professionnelle en lien avec l'agriculture dans 32 % des cas, une consommation de baies et/ou végétaux sauvages dans 95 %, un contact avec un renard dans 22 %, et une activité de chasseur dans 16 %.

Actuellement, l'EA demeure une zoonose rare, d'incidence stable, dont la zone d'endémie en France s'est élargie des régions de l'Est et des Alpes vers le Massif Central au cours des dernières décennies. La mobilité géographique accrue de la population, associée au délai important entre contamination et premiers symptômes, rendent néanmoins possible son diagnostic en dehors des zones d'endémie. L'accroissement des populations de renards et leur implantation dans les zones péri-urbaines laissent présager une augmentation et une extension géographique de la maladie dans les années à venir [5].

La diffusion de l'information auprès du grand public concernant la prévention de l'EA est donc nécessaire afin de limiter le risque de contamination humaine, lié à l'extension du réservoir animal. Une sensibilisation du corps médical au diagnostic précoce permettrait d'optimiser encore la prise en charge de cette affection.

Remerciements

FrancEchino est un réseau soutenu financièrement par l'Institut de veille sanitaire. Nous remercions l'ensemble des participants au réseau, notamment A. Gérard, J. Watelet (CHU Nancy), J. Dumortier (CHU E. Herriot, Lyon), A. Abergel, J. Beytout (CHU Clermont-Ferrand), C. Godet (CH Charleville-Mezière), A. Minello (CHU Dijon), B. Guérin (CH Rodez), K. Bardonnat, S. Cappelle, P. Evrard, B. Kantelip, Y. Remond (CHU Besançon) et tous les cliniciens, biologistes, pharmaciens ayant contribué au signalement des cas et à la collecte des données.

Références bibliographiques

- [1] Bresson Hadni S, Piarroux R, Bartholomot B, Miguet JP, Mantion G, Vuitton DA. Echinococcose alvéolaire. EMC Hépatogastroentérologie.2005;2:86-104.
- [2] Craig P. *Echinococcus multilocularis*. Curr Opin Infect Dis.2003;16:437-44.
- [3] Brunetti E, Kern P, Vuitton DA; Writing Panel for the WHO-IWGE. Expert consensus for the diagnosis and treatment of cystic and alveolar echinococcosis in humans. Acta Trop. 2010;114:1-16.
- [4] Piarroux M, Bresson-Hadni S, Capek I, Knapp J, Watelet J, Dumortier J, et al. Surveillance de l'échinococcose alvéolaire en France: bilan de cinq années d'enregistrement 2001-2005. Bull Epidemiol Hebd. 2006;(27-28):206-8.
- [5] Boué F, Combes B, Giraudoux P, Umhang G. *Echinococcus multilocularis* chez le renard et les carnivores domestiques: vers une nouvelle donne épidémiologique? Bull Epidemiol Hebd. 2010;(Hors-Série, 14 septembre):21-3.

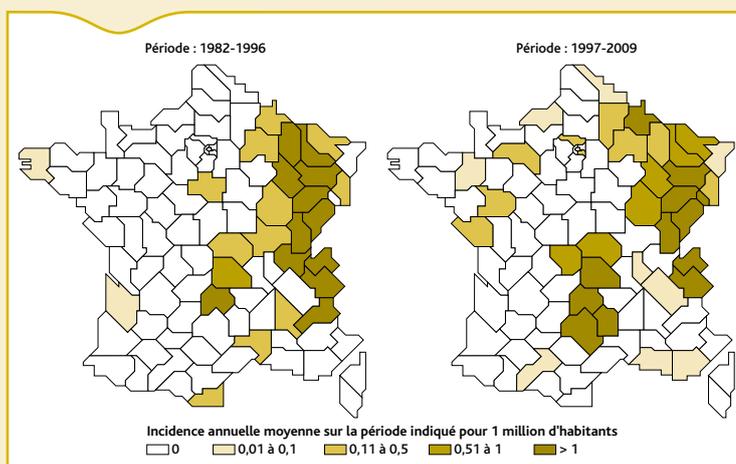


Figure 1. Taux d'incidence annuelle moyenne d'échinococcose alvéolaire par département de résidence lors du diagnostic pour 1 000 000 d'habitants-année (périodes 1982-1996, 1997-2009).

Figure 1. Mean annual incidence rates of human alveolar echinococcosis per 1,000,000 inhabitants-year per district of residence (at time of diagnosis) (periods 1982-1996, 1997-2009).